

ILLUSTRIRTE WOCHENSCHRIFT ÜBER DIE FORTSCHRITTE IN GEWERBE, INDUSTRIE UND WISSENSCHAFT,

herausgegeben von

DR. OTTO N. WITT.

Durch alle Buchhandlungen und Postanstalten zu beziehen.

Preis vierteljährlich 4 Mark.

Verlag von Rudolf Mückenberger, Berlin, Dörnbergstrasse 7.

№ 742. Jahrg. XV. 14. 1904.

Die Albula-Bahn.

Von Professor Dr. C. Koppe.

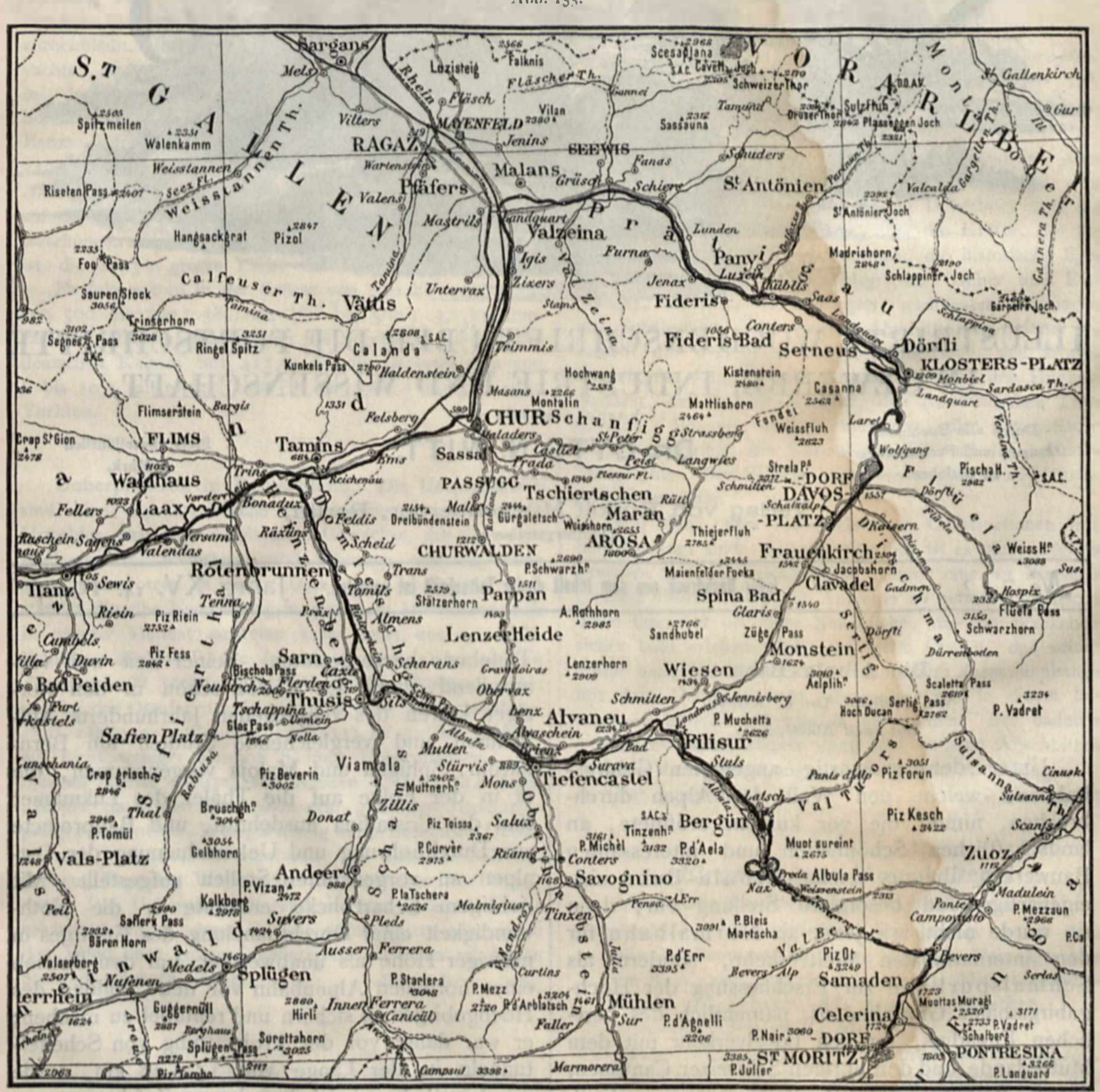
Mit zwölf Abbildungen.

Unter den grossartig angelegten Gebirgsbahnen, welche den Wall der Alpen durchbrechen, nimmt die vor kurzem eröffnete, an landschaftlichen Schönheiten und interessanten Bauwerken überaus reiche Albula-Bahn eine eigenartige und besondere Stellung ein, denn sie wurde nicht, wie jene, als Normalbahn für den internationalen Weltverkehr, sondern als Schmalspurbahn zur Erschliessung der Hochgebirgsthäler Graubündens, namentlich des herrlichen Engadins, für den Localverkehr mit dem Mutterlande und den übrigen Schweizer Cantonen, unter Beihilfe der Bundesregierung gebaut. Mehr als ein halbes Jahrhundert lang hatte Graubünden die Idee einer Alpenüberschienung über einen seiner Gebirgspässe in Gestalt einer normalspurigen Weltbahn durch die Ostalpen festgehalten und hartnäckig verfochten, ja, schon zu einer Zeit, als der Bahnbau noch in den ersten Anfängen begriffen war und nur als ausführbar in der Ebene oder ganz schwach geneigtem Gelände galt, war der damalige Oberingenieur des Cantons Graubünden, Richard La Nicca, als Erster mit einem Alpenbahnprojecte zur Verbindung des Rheinthales mit der lombardischen Tiefebene hervorgetreten. Seiner Zeit weit vorauseilend, hatte La Nicca schon in den vierziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts Aufnahmen und vergleichende Studien am Bernhardin, Splügen und Maloja vorgenommen, die er in der Folge auf die Thäler des Lukmanier und der Cristallina ausdehnte, und Bauprojecte zur Durchbohrung und Ueberschienung der Ostalpen an vorgenannten Stellen aufgestellt. Mit richtigem Scharfblicke erkannte er die Nothwendigkeit einer Durchtunnelung des Gebirges in mässiger Höhe als unabweisbar, um den Betrieb einer normalen Alpenbahn vor den Unbilden des Hochgebirges zu sichern und rentabel zu machen; er war daher vor der Projectirung von Scheiteltunneln in der Länge von 15—20 km, sowie von künstlich entwickelten langen Zufahrtsrampen nicht zurückgeschreckt. Viele Jahre später erst wurden diese ersten Alpenbahnprojecte La Niccas als technisch richtig und als ausführbar von den Ingenieuren anerkannt. Im Jahre 1850 noch schrieb der Erfinder der Locomotive und Erbauer der ersten Eisenbahn, Stephenson, dem schweizerischen Bundesrathe in einem Gutachten über dieselben: „Die Verlängerung der Transitlinie vom Bodensee nach Chur und durch die höchsten Alpen mit Hilfe von Arbeiten, welche Alles überschreiten, was bis jetzt in den industriellsten und bevölkertsten Gegenden ge-

leistet wurde, ist auf so gewagte Berechnungen, auf solche den erfahrensten Ingenieuren ganz fremdartige Betrachtungen gegründet, dass für jetzt wenigstens über diese Projecte nicht viel Positives gesagt werden kann."

Auf der Höhe des Thüringer Waldes, unweit

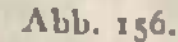
Abb. 155.

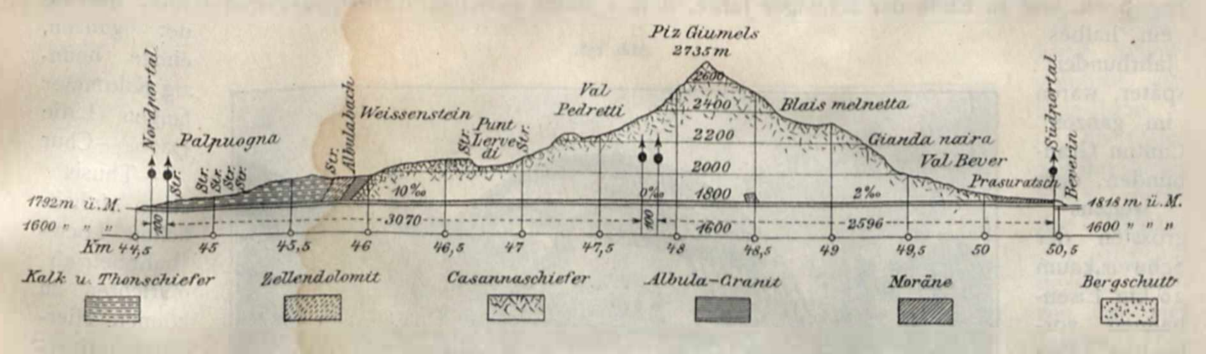


Uebersichtskarte der Eisenbahnlinien im Canton Graubünden.

des bekannten Luftcurortes Oberhof, bei einer Strassenkreuzung am Rennsteig, dem sogenannten „Rondel", ist eine Steinsäule errichtet, deren Inschrift besagt, dass unter den Ingenieuren, welche die dort heraufkommende Kunststrasse von Suhl nach Gotha über das Gebirge führten, in erster Linie Richard La Nicca genannt werden muss. Es ist dies derselbe bündnerische Ingenieur La Nicca, der die eben besprochenen kühnen Alpenbahnprojecte aufstellte und als weit über die Grenzen seiner Heimat berühmter Erbauer von Kunststrassen in den Alpen im Jahre 1830 von dem damaligen Herzoge Ernst von Coburg-Gotha berufen wurde, um dessen getrennte Gebietstheile durch eine gute Strassenanlage über das Thüringer Wald-Gebirge zu verbinden, eine Aufgabe, die La Nicca in mustergültiger Weise löste. Auch als Wasserbauer war derselbe hervorragend thätig; die Schweiz verdankt ihm die Correction des Rheines oberhalb Chur und diejenige der Jura-Gewässer, welch letztere in den achtziger Jahren, kurz nach dem Tode La Niccas, vollendet wurde. Weniger Glück hatte La Nicca mit seinen Alpenbahn-

projecten durch die Ostschweiz, für deren Verwirklichung er viele Jahrzehnte hindurch thatkräftig wirkte. Aus dem langen Kampfe widerstreitender Interessen um eine Durchbohrung und Ueberschienung der Alpen im Osten, Westen oder im Centrum der Schweiz ging im Jahre 1870 die Gotthard-Bahn als Siegerin hervor. Als aber einige Jahre später finanzielle Schwierigkeiten das eben erst im Bau begriffene Unternehmen schwer bedrohten und der Bund nur durch Bewilligung einer Nachsubvention von etwa 5 Millionen Francs seine Durchführung zu sichern im Stande war, erreichten die Ostschweiz und die Westschweiz die Zusicherung einer gleichen Subvention für den Fall der Verwirklichung eines ihrer Alpenbahnprojecte. Im Jahre 1898 gelang es der Westschweiz, ihren lange gehegten Wunsch nach einer Verbindung mit Italien durch den Simplon in die That umzusetzen und diese grossartigste aller Alpendurchbohrungen in Angriff zu nehmen. Binnen kurzem wird der Durchschlag in dem 20 km langen Tunnel erfolgen und damit ein neuer und directer Weg nach der Metropole Oberitaliens für die Westschweiz freigelegt sein. Die Ostschweiz aber, und namentlich der Canton Graubünden, kämpften nach Eröffnung der Gotthard-Bahn einen immer aussichtsloser werdenden Kampf um die Verwirklichung eines ihrer


Abb. 156.



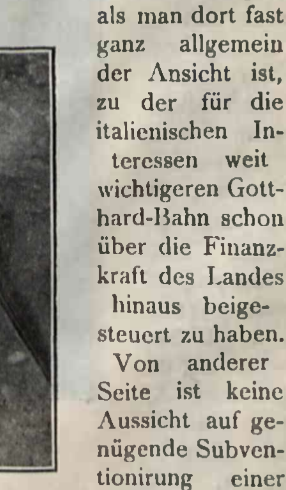
Geologisches Längenprofil des Albula-Tunnels.
Tunnellänge: 5866 m.

Abb. 157.



Die Durchschlagsstelle des Albula-Tunnels (29. Mai 1902).
Entfernung vom Portal Preda 3030,5 m, von Spinas 2834,5 m.

Alpenbahnprojecte, unter denen der Splügen-Uebergang als das vortheilhafteste erkannt worden war. Eine Splügen-Bahn würde die directeste Verbindung von München mit Mailand bilden, aber ohne eine bedeutende finanzielle Beihilfe Italiens ist das erforderliche Baucapital von mehr als 100 Millionen Francs nicht aufzubringen. Italien leidet jedoch unter einer das ganze Volk so schwer bedrückenden, zur Aufrechterhaltung seiner Stellung als Grossmacht indessen nothwendigen Besteuerung, dass an eine Betheiligung des italienischen Staates an einem solchen Bahnbau auf lange Zeit hinaus nicht zu denken ist,



um so weniger, als man dort fast ganz allgemein der Ansicht ist, zu der für die italienischen Interessen weit wichtigeren Gotthard-Bahn schon über die Finanzkraft des Landes hinaus beigesteuert zu haben. Von anderer Seite ist keine Aussicht auf genügende Subventionirung einer Ostalpen-Ueberschienung vorhanden. Die Hoffnung auf Verwirklichung einer solchen erschien daher mehr und mehr in so weite Ferne gerückt, dass man darauf Bedacht nehmen musste, auf andere Weise die Verkehrsverhältnisse im Canton Graubünden zu verbessern. Die Eröffnung der Brenner-Bahn auf der einen und der Gotthard-Bahn auf der anderen Seite hatte den Bündner Alpenpässen einen grossen Theil ihres Waaren-

und Personentransportes entzogen. Die hiervon am stärksten betroffenen Gebirgsthäler begannen zu verarmen und sich mehr und mehr zu entvölkern; Handel und Industrie, Fremdenverkehr und Landwirthschaft gingen zurück und damit auch der Wohlstand und die Steuerkraft des Landes. Im Jahre 1838 hatte La Nicca seine Studien für eine Ueberschienung der Ostalpen begonnen, und zu Ende der achtziger Jahre, d. h. ein halbes Jahrhundert später, waren im ganzen Canton Graubünden, dem weitaus grössten der Schweiz, kaum 20 km Eisenbahnen vorhanden. Das weitere Verharren in einem solchen Zustande der Verkehrsmittel musste zur wirthschaftlichen Entkräftung führen, und so entschloss man sich an maassgebender Stelle schliesslich, wenn auch schweren Herzens, das so lange gehegte Lieblingsproject einer normalen Ueberschienung der Bündner Alpen einstweilen fallen zu lassen, dafür aber durch Anlage und Ausbau eines weit verzweigten Netzes von Localbahnen den Verkehr zunächst in den am schwersten betroffenen Gebirgsthälern wieder günstiger zu gestalten.

Bereits in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre war von privater Seite eine Schmalspurbahn von Landquart nach Davos in Angriff genommen worden zum Anschlusse dieses berühmten und stark besuchten Luftcurortes an die Normalbahn, welche vom Bodensee aufwärts im Rheinthale hinauf bis zur Cantonshauptstadt Chur führt (s. die Karte der Eisenbahnen im Canton Graubünden, Abb. 155). Einige Jahre später baute die gleiche Eisenbahngesellschaft, die in der Folge den Namen „Rhätische Bahn" annahm und an deren Spitze W. J. Holsboer aus Davos stand, auch eine Schmalspurbahn von Chur nach Thusis; dieselbe verband dann im Jahre 1896 ihre beiden getrennt liegenden Strecken durch eine ebensolche Bahn zwischen Landquart und Chur, um auf der ganzen, einige neunzig Kilometer langen Linie Davos—Chur—Thusis einen einheitlichen Localbahnbetrieb einrichten zu können. Hierdurch erklärt es sich, dass zwischen Landquart und Chur zwei Bahnverbindungen entstanden sind, die ältere Normalbahn und die eben erwähnte jüngere Localbahn.

Abb. 158.

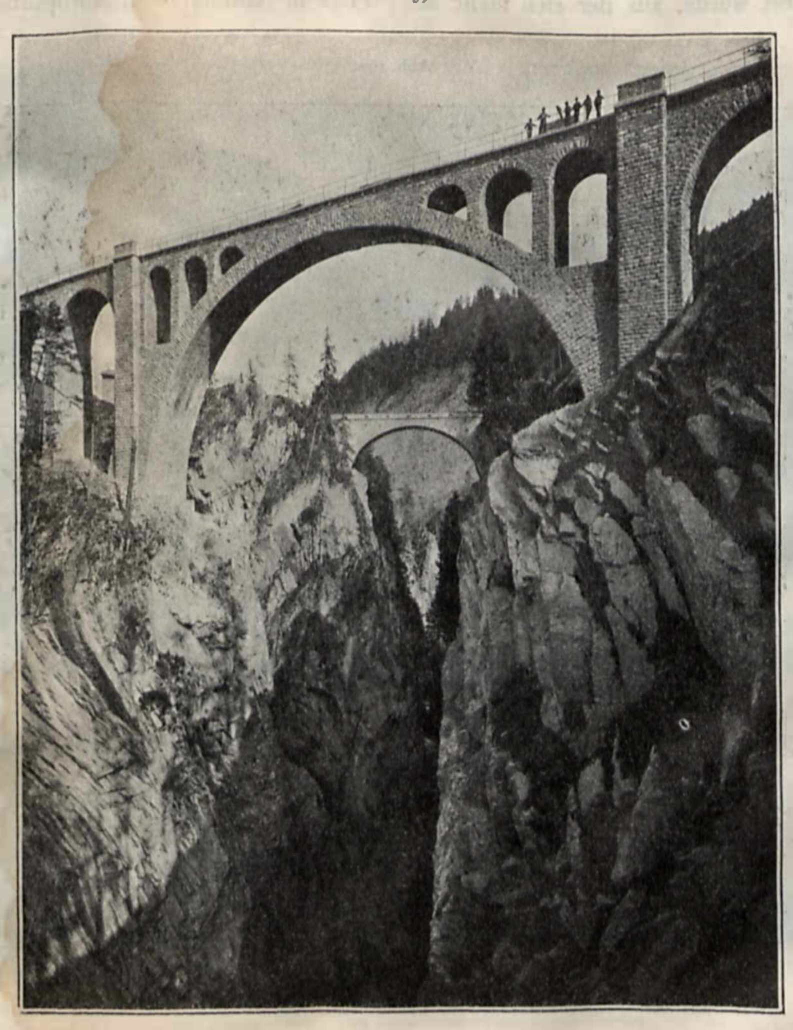
Die Albula-Bahn:
Das hölzerne Lehrgerüst der Solis-Brücke.

Durch den Bau der Schmalspurbahn Davos — Landquart — Chur — Thusis war der Anfang gemacht zur Anlage eines bündnerischen Netzes von Localbahnen, dessen weiterer Ausbau als Ziel der Bestrebungen zur Hebung der Verkehrsverhältnisse im Canton Graubünden vom Volke und der Regierung desselben anerkannt und gemeinsam betrieben wurde. Der Canton erwarb den grössten Theil des Actienbesitzes der Rhätischen Bahn, um in dieser Gesellschaft das entscheidende Wort für weitere Bahnanlagen sich zu sichern, und begann unverzüglich mit Vorarbeiten für eine Eisenbahn von Reichenau, einer Zwischenstation der Bahn von Chur nach Thusis am Zusammenfluss des Vorder- und des

Hinterrheins (s. die Karte), nach Ilanz und weiter das Rheinthal hinauf nach Disentis, sowie zur Bahnverbindung von Thusis mit dem Engadin durch das Albula-Thal.

Eine Kostenberechnung für die zunächst auszubauenden Strecken nach Ilanz und in das Ober-Engadin nach St. Moritz ergab als erforderliches Baucapital die Summe von 26 Millionen Francs. Diese konnte vom Canton und seinen Gemeinden allein nicht aufgebracht werden; die schweizerische Bundesversammlung trat helfend ein und gewährte im Sommer 1898 eine Subvention von 8 Millionen Francs für das bündnerische Schmalspurnetz, das hierdurch gesichert war und unmittelbar darauf in Angriff genommen werden konnte. Als Bauleiter wurde F. Hennings berufen, der bereits bei der Gotthard-Bahn als Sectionsingenieur in leitender Stellung thätig gewesen war. Seine wichtigste und schwierigste Aufgabe bildeten die endgültige Ermittelung und Festlegung der Trace der Albula-Bahn und der Ausbau des Albula-Tunnels, der in einer Länge von 5866 m die Rhätischen Alpen als Scheiteltunnel durchbricht mit einer Culminationshöhe von 1823 m über dem Meere. Für eine Normalbahn vom Charakter der so lange angestrebten Splügen-Bahn zur Vermittelung des internationalen Verkehrs würde eine solche Scheitelhöhe unvereinbar gewesen sein mit den Forderungen genügender Betriebssicherheit und Rentabilität. Die Culminationshöhe beträgt beim Mont Cenis-Tunnel 1295 m, beim Gotthard-Tunnel 1155 m, beim Simplon-Tunnel 704 m über dem Meere. Auch eine Splügen-Bahn würde nur mit einem tief gelegenen, sogenannten Basis-Tunnel lebensfähig werden, dann aber eine mindestens fünfmal so hohe Bausumme verlangen, wie die als Schmalspurbahn ausgeführte und bis zur Meereshöhe von über 1800 m in offener Linie hinaufgeführte Albula-Bahn.

Abb. 159.



Die Albula-Bahn:
Der grosse Bogen der Solis-Brücke (Spannweite 40 m).

Im October des Jahres 1898 wurde der Albula-Tunnel, dessen Bauzeit zu vier Jahren berechnet worden war, auf beiden Seiten in Angriff genommen. Im Januar des folgenden Jahres übernahm die Bauunternehmung Ronchi & Co. aus Brescia die vollständige Herstellung desselben zu einem mit der Rhätischen Bahn vereinbarten festen Preise.

Das geologische Profil ergab, von Norden nach Süden gerechnet, die folgenden zu durchbohrenden Gesteinsarten (s. Abb. 156):

1.	Kalkschiefer und Mergel	1097 m
2.	Zellendolomit (Rauhwacke)	111 „
3.	Casannaschiefer	52 „
4.	Albula-Granit	4346 „
5.	Grundmoräne	92 „
6.	Granitsand mit Felsstücken	168 „
	Summa	5866 m

Der Tunnel beginnt bei der Station Preda auf der Meereshöhe von 1792 m, steigt mit

10 $^0/_{00}$ bis zur Mitte, erreicht dort eine Scheitelhöhe von 1823 m und fällt mit 2 $^0/_{00}$ zum südlichen Ausgange, der bei der Station Spinas im Thale von Bevers auf der Meereshöhe von 1818 m liegt. Seine Lichtweite beträgt 4,5 m bei einer Lichthöhe von 5 m. Die Bohr- und Ausbruchsarbeiten wurden auf beiden Seiten durch starken Wasserzudrang anfangs sehr erschwert, namentlich auf der Nordseite, woselbst bei 1005 m vom Portale eine wasserführende Schicht angebohrt wurde, aus der sich mehr als 300 Liter Wasser pro Secunde in den Tunnel ergossen. Da die Temperatur dieser Wassermassen kaum 6 ° C. betrug, so hatten die Arbeiter unter der geringen Wärme sehr zu leiden und mussten nach kurzer Zeit wegen Erstarrung der Glieder und Arbeitsunfähigkeit abgelöst werden. Die Hauptschwierigkeiten aber begannen nach Erreichung des Zellendolomits, aus dessen mit Zersetzungsproducten und feinem Sande erfüllten Spalten und Höhlungen Wasser- und Sandmassen hervorquollen. Das poröse und löcherige Gesteinsmaterial mit häufigen Einlagerungen lehmartiger Partien wurde beim weiteren Vordringen in dasselbe immer weicher und ging bei starkem Wasserzudrange schliesslich in eine breiige Masse über. Die Maschinenbohrung musste zunächst mehrfach unterbrochen und dann gänzlich eingestellt werden. Um drohende Einbrüche zu vermeiden, wurde das Profil des Stollens verkleinert und in diesen eine starke Zimmerung eingebaut, wobei trotz aller Sorgfalt und Vorsicht mehrfach grössere Deckenbrüche erfolgten. Ende Juli 1900 brach dann bei 1192 m Abstand vom Nordportale plötzlich eine solche Wasser- und Sandmasse aus dem „schwimmenden“ Gebirge, aus dem nun von allen Seiten die Strahlen hervorspritzten, in den Tunnel hinein, dass dieser auf eine Länge von 500 m mit feinem Dolomitsande überschwemmt wurde. Die Tunnel-Unternehmung erklärte sich ausser Stande, unter solchen Verhältnissen den Stollenvortrieb weiterzuführen, und stellte die Arbeiten im Frühjahre des folgenden Jahres gänzlich ein. Die Bauleitung der Rhätischen Bahn berief zur Fortsetzung des Tunnelbaues auf ihre eigene Rechnung den Ingenieur R. Weber aus Zürich. Alle Kräfte wurden angespannt,

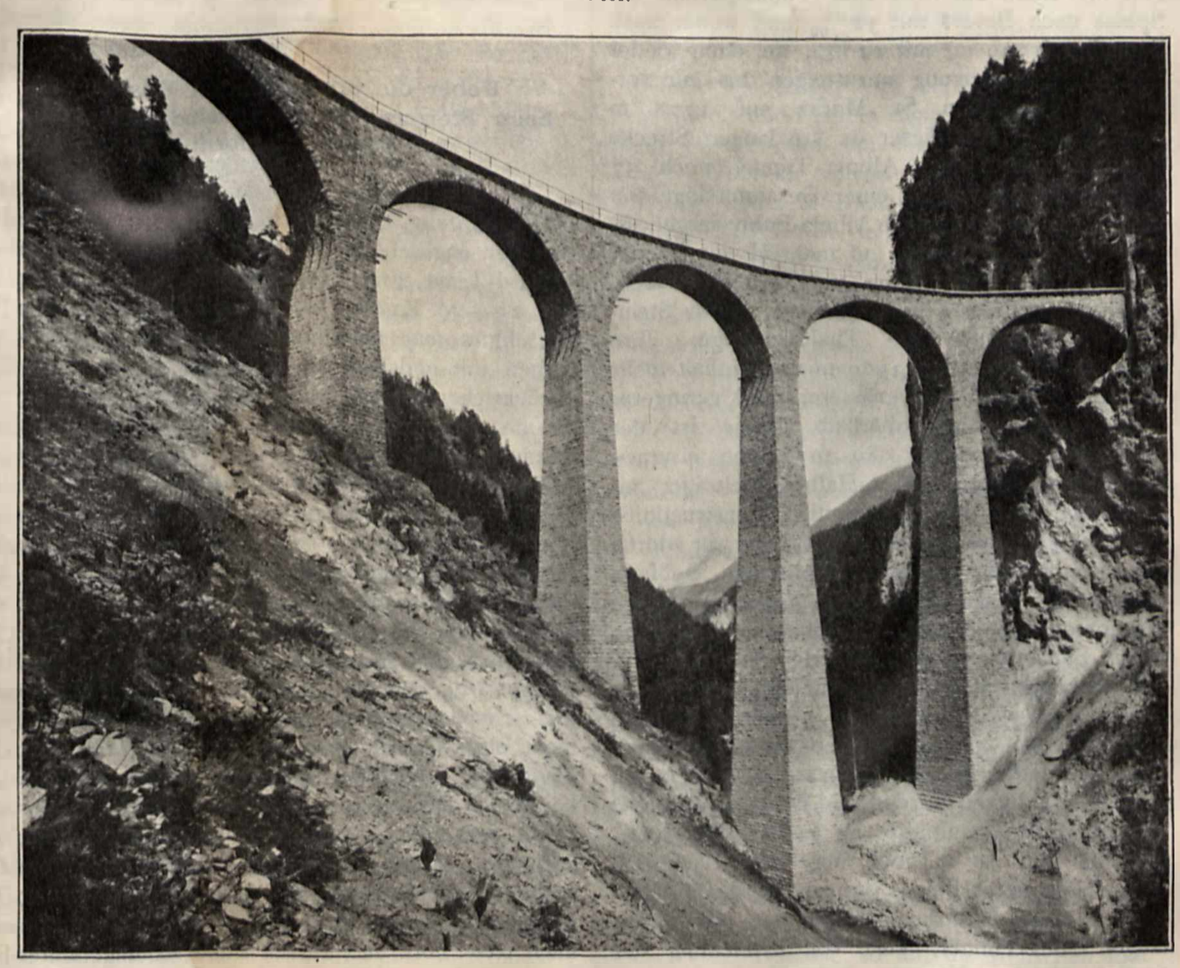
Abb. 160.



Die Albula-Bahn: Schmittentobel- und Landwasser-Viaduct.

und nach einer unendlich mühseligen Arbeit im Sommer 1901 gelang es, der gefährlichen Druckstrecke im Zellendolomit glücklich Herr zu werden. Ende August war der feste Albula-Granit erreicht und konnte bei 1260 m Portaldistanz mit der Maschinenbohrung wieder begonnen werden, nachdem dieselbe mehr als ein Jahr lang gänzlich hatte ausgesetzt werden müssen. Sollte nun aber die hierdurch verursachte Verzögerung nachgeholt werden, so galt es, die Durchbohrung in der Richtung wie in der Höhe der beiderseitigen Stollenachsen (Abb. 157). In neun Monaten hatte man die 3121 m durchbohrt, somit durchschnittlich in jedem Monate einen Fortschritt von 347 m, oder pro Tag von 11 bis 12 m im Richtstollen erzielt, eine Leistung, die unter solchen Verhältnissen bisher noch nicht erreicht worden war. Beim Erweitern des Stollens zum vollen Tunnelprofile wurde gleichfalls von der Maschinenbohrung thunlichst aus-

Abb. 161.



Die Albula-Bahn: Der Landwasser-Viaduct von Westen.

der damals noch vorhandenen Gebirgsstrecke von 3121 m in thunlichst kurzer Zeit zu vollenden. Auf beiden Seiten arbeiteten je drei Brandtsche Rotations-Bohrmaschinen gleichzeitig, die Schotterzeit wurde durch Anlage und Vorführung eines zweiten Gleises bis möglichst nahe vor Ort auf der Nordseite um den vierten Theil abgekürzt, und mit Aufbietung aller Kräfte gelang es, in neun Monaten die trennende Gebirgswand zu durchbrechen. Am 29. Mai 1902 fand der Durchschlag im Albula-Tunnel statt und zwar mit der geringen Abweichung von nur 5 cm sowohl giebig Gebrauch gemacht und im Jahre 1902 die Hälfte des ganzen Tunnels fertiggestellt. Nahezu 2 km konnten ohne Ausmauerung bleiben, die übrigen Strecken erhielten gemauerte Widerlager und je nach der Beschaffenheit des Gesteins Deckengewölbe von 0,35—0,75 m Stärke. Die Kosten des Albula-Tunnels betrugen 7070000 Francs, oder 1200 Francs pro laufendes Meter. Im März 1903 war derselbe vollendet, einige Monate vor dem Eröffnungstermine für die Albula-Bahn, wodurch es möglich wurde, das Material für den Ausbau der Strecke

südlich vom Albula-Tunnel durch diesen hindurch zu befördern und einen ebenso mühsamen wie kostspieligen Wagentransport über die Passhöhe zu vermeiden.

Die Albula-Bahn hat eine Spurweite von 1 m und kleinste Krümmungsradien von 100 m. Die Maximalsteigung auf der ersten Strecke der Nordrampe von Thusis bis Filisur beträgt 25 ‰, von dort bis Preda am Tunneleingang 35 ‰ mit einer Ermässigung auf 30 ‰ in den Zwischentunneln. Auf der Südseite im Engadin fällt die Bahn zunächst vom Tunnelportale bei Spinas nach Bevers mit 32 ‰ und weiter nach Samaden (1709 m) mit 12 ‰, um dann wieder mit mässiger Neigung anzusteigen bis zur vorläufigen Endstation St. Moritz auf 1778 m Meereshöhe. Auf dieser 62 km langen Strecke kommen ausser dem Albula-Tunnel noch 37 kleinere Tunnel vor mit einer Gesammtlänge von mehr als 10 km, so dass die Albula-Bahn einschliesslich des Albula-Tunnels auf mehr als ein Viertel ihrer ganzen Erstreckung unterirdisch verläuft. Grossartige Brücken und Viaducte, meist Steinbauten, vermitteln die Thalübergänge. Ihre Gesammtlänge beträgt 3500 m und enthält mehr als 300 Gewölbe von grösserer oder geringerer Spannweite. Gleich oberhalb Thusis ist der Hinterrhein mit einer 80 m weiten eisernen Brücke überspannt, deren Halbparabelträger mit Fahrbahn oben eine eigenartige Constructionsweise zeigt. Ihre grosse Lichtweite war durch die Einmündung eines gefährlichen Gebirgswassers, der Nolla, nothwendig geworden. Einige Kilometer weiter tritt die Linie in die wilde Schyn-Schlucht ein, die, von der Albula tief in das Schiefergestein eingeschnitten, mit ihren steilen und zu Rutschungen geneigten Hängen dem Bahnbau grosse Schwierigkeiten bereitete. Fast die Hälfte der Strecke liegt hier im Tunnel. Auf 16 Viaducten werden die Wildbäche, Tobel etc. überbrückt, mit 30 m weitem Halbkreisgewölbe und 40 m hoch über dem Bachbette das grösste unter ihnen, das malerische Muttnertobel. Dann tritt die Bahn in den etwa 1 km langen Solis-Tunnel, kurz vor Erreichung der Station gleichen Namens, bekannt durch eines der hervorragendsten Bauwerke der ganzen Linie, die Solis-Brücke. Das hölzerne Lehrgerüst (Abb. 158), welches zur Wölbung ihres Hauptbogens von 42 m Weite errichtet werden musste, hatte selbst eine Spannweite von 35 m zwischen seinem auf den beiderseitigen Hängen ruhenden, mächtigen Balkenwerke. Die Ausmauerung des grossen Bogens geschah in drei concentrischen Ringen. Weitere Bogen schliessen sich auf beiden Seiten an. Von der in der unmittelbaren Nähe gelegenen Brücke der Schyn-Strasse gesehen, macht das gewaltige Bauwerk (Abb. 159), unter dem tief unten die Albula schäumt und braust, einen mächtigen Eindruck, der nur noch übertroffen wird durch die Wirkung der beiden grossen Viaducte zwischen den Stationen Alveneu und Filisur über das Schmittentobel und das Landwasser (Abb. 160). Namentlich der letztere mit seinen sechs Wölbungen von je 20 m Weite, die in einer Maximalhöhe von 65 m über dem Flusse ausgespannt sind und in einer Curve von nur 100 m Radius die Bahnlinie von einer Felswand zur andern führen (Abb. 161), dürfte zu den eigenartigsten und kühnsten Bauwerken in den Alpen gerechnet werden. (Schluss folgt.)

Ueber die erwachsenden Kosten beim Steigern der Geschwindigkeit von Schnelldampfern.

Es ist bekannt und auch im *Prometheus* XIV. Jahrgang, S. 615 erwähnt worden, dass die von der englischen Regierung reich unterstützte Cunard-Linie zwei Schnelldampfer bauen lässt, die 25—26 Knoten laufen sollen. Zu diesem Entschluss mag allerdings das begreifliche Verlangen mit gedrängt haben, nach mehrmaligem Zurückziehen bereits ertheilter Aufträge endlich Schiffe bauen zu lassen, hinter deren Fahrgeschwindigkeit die deutschen Schnelldampfer *Kaiser Wilhelm der Grosse*, *Deutschland* und *Kaiser Wilhelm II.* zurückbleiben; aber es haben zweifellos noch andere Ursachen dazu mitgewirkt. Zunächst hat die Kriegsmarine ein hohes Interesse daran, im Kriegsfalle über Hilfskreuzer verfügen zu können, die in ihrer Schnelligkeit nicht hinter Schiffen irgend einer anderen Flotte zurückstehen. Gegenwärtig sind die genannten deutschen Schiffe die schnellsten, und man fürchtet in England nicht ohne Grund, dass sie im Kriegsfalle dem englischen Seehandel grossen Schaden zufügen könnten. Diese Besorgniss wäre beseitigt oder doch vermindert, sobald England über noch schnellere Kreuzer verfügt. Aber noch ein anderer Grund kann zu dieser Entschliessung mitgeholfen haben. Die Fahrt von Southampton nach New York und zurück muss so eingerichtet werden, dass Abfahrt und Ankunft bei Tage erfolgen. Bei 23 Knoten ist dies der Fall; um aber eine Reisenacht zu ersparen, müsste das Schiff mindestens 25 Knoten laufen. Die Engländer waren demnach vor die Wahl gestellt, entweder es den Deutschen gleich zu thun und 23 Knoten-Schiffe zu bauen, aber damit jeden Vorsprung vor Deutschland aufzugeben, oder Schiffe von 25—26 Knoten in Bau zu geben. Letzteres ist mit Beihilfe von Staatsgeldern geschehen.

Nachdem in Deutschland Schnelldampfer von 23—24 Knoten gebaut worden sind, die sich bewährt haben, sind besondere schiffbautechnische Schwierigkeiten beim Fortschreiten zu

25—26 Knoten nicht zu überwinden, wohl aber stellen sich wirthschaftliche Bedenken ernster Art entgegen, die ihren Grund darin haben, dass mit der Steigerung der Fahrgeschwindigkeit die erforderliche Maschinenkraft und damit auch der Kohlenverbrauch und die Kopfstärke des Maschinenpersonals progressiv wachsen. Ein Beispiel mag dies erläutern: Der Schnelldampfer *Deutschland* von 202 m Länge hat Maschinen, die 38000 PS leisten können; wenn er mit der Durchschnittsgeschwindigkeit von 23,5 Knoten fährt, so würde er die 3600 Seemeilen lange Strecke von Hamburg nach New York in 154 Stunden zurücklegen. Rechnet man für die PS-Stunde 0,7 kg Kohlen, so braucht er für eine Ueberfahrt rund 4100 t Kohlen. Die Maschinen des 215,3 m langen Schnelldampfers *Kaiser Wilhelm II.* können 44000 PS leisten und dem Dampfer 24 Knoten Geschwindigkeit geben. Um diesen halben Knoten Geschwindigkeit mehr zu erreichen, sind aber 500 t Kohlen auf einer Ueberfahrt mehr erforderlich. Rechnet man die Tonne Kohlen frei Bord zu 17 Mark, so würden die Kohlen für eine Ueberfahrt rund 70000 Mark, für eine Hin- und Rückfahrt 140000 Mark kosten.

Scientific American hat über die Kostenfrage der Cunard-Dampfer unter Voraussetzung zu gewährender Staatsunterstützungen in dem Verhältniss, in dem solche für die im Bau begriffenen Schnelldampfer bewilligt sind, Betrachtungen angestellt und meint, ein Dampfer von 23 Knoten müsse 210 m lang sein und brauche Maschinen von 30000 PS mit 150 Mann Maschinenpersonal. Der Dampfer würde rund 11400000 Mark kosten und einer jährlichen Staatsunterstützung von 1350000 Mark bedürfen. Ein Dampfer von 25 Knoten Geschwindigkeit würde etwa 229 m lang sein und Maschinen von 52000 PS mit 260 Mann Maschinenpersonal erhalten müssen; er würde etwa 20 Millionen Mark kosten und einer Jahresbeihilfe des Staates von 3 Millionen Mark bedürfen. Für eine weitere Steigerung der Geschwindigkeit um nur 1 Knoten, also auf 26 Seemeilen = 48,15 km in der Stunde, würde eine Länge des Schiffes von rund 238 m und eine Maschinenleistung von 68000 PS mit einem Maschinenpersonal von 340 Köpfen erforderlich sein. Die Baukosten dieses Schiffes würden sich auf rund 25 Millionen Mark und die jährliche Staatsbeihilfe auf etwa 4100000 Mark belaufen. Werden der Kohlenbedarfsberechnung die oben angenommenen Zahlen zu Grunde gelegt und des Vergleichs halber auch die Fahrt zwischen Hamburg und New York angenommen, so ergeben sich für den Dampfer mit 25 Knoten für eine Ueberfahrt rund 5200 t, für 26 Knoten dagegen schon 6600 t Kohlen, die 88400 Mark bezw. 112200 Mark kosten würden.

Indessen diese Kosten würden nicht ausschlaggebend sein für den Bau so grosser Schiffe, denn die Erfahrung hat gelehrt, dass die Gesammt-Betriebskosten der Schiffe im allgemeinen sich mit der zunehmenden Grösse der letzteren vermindern, vorausgesetzt, dass die Schiffe stets mit voller Ladung fahren und entsprechend höhere Frachtsätze haben. Es würde also das Verkehrsbedürfniss entscheiden. C. St. [9030]

Der Popocatépetl als Handelsobject.

Von H. Köhler, Mexico.

Mit zwei Abbildungen.

Diese Ueberschrift wird bei manchem Leser Kopfschütteln und Lächeln zugleich hervorrufen — handelt es sich doch um einen der gewaltigsten Vulcane! Aber wir sind in Amerika, dem Lande der unbegrenzten Möglichkeiten. Ein Deutscher würde sich nicht nach dem Besitz eines so fragwürdigen Handelsobjectes gedrängt haben, wohl aber ein speculativer Yankee!

Wiederholt schon hatte die hiesige und die nordamerikanische Presse den Popocatépetl verkauft, aber ebenso oft wurde von denselben Blättern diese Nachricht dementirt. Jetzt ist der Verkauf thatsächlich perfect geworden. Am 26. August 1903 hat der bisherige Eigenthümer des Vulcans das Besitzrecht einem nordamerikanischen Syndicat für den Preis von 300000 Pesos abgetreten. Die Uebergabe erfolgte am 30. September.

Vulcane gehörten bis jetzt nicht zu den Handelsgegenständen, besonders wenn sie, wie dies bei unserem Popocatepetl noch der Fall ist, keinerlei Garantie dafür gewähren, dass sie nicht eines guten Tages wieder in ihren alten Erbfehler zurückfallen und ihre glücklichen Besitzer in einen warmen Aschenmantel hüllen.

Welch anderer Gesichtspunkt aber, als der eines lucrativen Gewinnes, könnte wohl die Amerikaner zu einem derartigen Kauf veranlasst haben?

Zweifellos sind grossartige commerzielle Gewinnchancen vorhanden; dieselben sind so alt, als der Vulcan selbst, so alt, als Menschen den Popocatepetl nur kennen. Kein Geringerer als Alexander von Humboldt hat uns die erste genauere Kenntniss von der Beschaffenheit und dem verborgenen grossen Reichthum des alten Schneeriesen verschafft. Die erste Besteigung des Popocatepetl fand bereits zur Zeit Cortez' statt. Es war dessen tapferer Hauptmann Diego Ordaz, der 1519 bis zum Gipfel emporstieg. Mit kühnem Gelehrtenmuth und zum allgemeinen Erstaunen der mexicanischen Bevölkerung unternahm es dann unser grosser Landsmann Alexander von Humboldt im Jahre 1804, bis zum Gipfel des mit heiliger Scheu betrachteten Schneeriesen emporzudringen. Er gelangte bis an die Kraleröffnung. Humboldts unsterb-

liches Verdienst bleibt es, durch barometrische Messungen die Höhe und genaue Lage des Berges bestimmt zu haben. Die hiesige Regierung wurde durch ihn aber auch auf den grossen Schwefelreichthum in dem Krater aufmerksam gemacht.

Nach Humboldt bestieg im Jahre 1836 Baron von Gross den Gipfel des Popocatépetl. Dieser bestätigte in vollem Umfange alle wissenschaftlichen Angaben Humboldts. Auch andere Forscher, wie die Geologen Antonio del Castillo und Andrés del Rio, stimmten mit den Resultaten unserer deutschen Gelehrten überein.

Der Popocatépetl hat immer die Aufmerksamkeit der Geologen, Mineralogen und Ingenieure auf sich gerichtet. Die letzte grössere wissenschaftliche Expedition zur Erforschung des Vulcans fand im Jahre 1895 statt. Der derzeitige Secretär des Kriegs und der Marine ernannte eine Commission zu dem Zweck, genaue Untersuchungen über die vorhandenen Schwefellager anzustellen. Die Information ergab ein äusserst zufriedenstellendes Resultat. Man fand, dass die Schwefellager des Popocatépetl denjenigen des Aetna ebenbürtig seien; man versprach sich zugleich von den noch völlig unberührten Schwefelmassen einen grossen Gewinn für Handel und Industrie.

Der Popocatépetl (Abb. 162) liegt auf 19° nördlicher Breite und 98° 38' östlicher Länge von Greenwich. Er bildet mit seinem fast unbesteigbaren, niedrigeren Bruder Ixtaccihuatl (Abb. 163) den Knotenpunkt von zwei Sierren, der Sierra Nevada und der Sierra Cuernavaca. Zwischen beiden Höhenzügen liegen die Thäler von Mexico und Puebla. Der Vulcan hat eine Höhe von 17 835 englischen Fuss oder 5438 m. Er ist der höchste unserer mexicanischen Riesen. Der Durchmesser des grossartigen, ellipsenförmigen Kraters beträgt 4—5 km. Der Kraterrand zeigt zwei Schnäbel oder Spitzen, die am Westrande etwa 500—600 Fuss emporragen. Wegen ihrer Unbesteigbarkeit hat sie der Volksmund mit entsprechenden Namen bedacht: *Espinazo del Diablo* (Rückgrat des Teufels) heisst die eine, *Pico mayor* (höchste Spitze) die andere. Ein Blick in die Tiefe erfüllt mit Grauen — glaubt man doch fast an den Pforten der Unterwelt zu stehen. Beinahe undurchdringliche Nacht tritt uns von unten entgegen. Die inneren, fast senkrechten, oft überhängenden Kraterwände bestehen aus hartem Trachyt, Porphyr und den verschiedenartigsten Conglomeratgesteinen. Stellenweise sind die Wandungen mit gelbem Schwefelüberzuge bekleidet. Heisse Gase dringen hier und dort aus den Spalten des Gesteins hervor. Die mittlere Tiefe bis zu der grossen horizontalen Ebene im Innern beträgt 85—90 m. Ein Abstieg ist nicht

Abb. 162.



Der Popocatépetl von Amecameca gesehen.

unmöglich, jedoch ziemlich gefährlich wegen der herabstürzenden Geröllmassen. Auf dem Grunde der Ebene soll sich ein kleiner See ausbreiten, dessen Wasser grosse Mengen von Schwefel enthält. Zu beiden Seiten der Kraterebene liegen die grossen Oeffnungen oder Solfataren, etwa 20 an der Zahl. Aus den Solfataren werden täglich Schwefeldämpfe unter furchtbarem Donnern und Tosen ausgestossen. Von den ausströmenden Dämpfen, die zur Zeit der Einnahme Mexicos noch von der Ebene aus sichtbar waren, hat der Vulcan seinen Namen Popocatépetl, d. h. rauchender Berg. Die Dämpfe kühlen sich ab, setzen sich an den Wänden des Kraters fest und erzeugen auf diese Weise täglich grosse Schwefelmengen. Infolge der starken Schwefelproduction sind im Laufe von vielen tausend Jahren ungeheure Schwefelmassen aufgespeichert worden.

Die Schwefelausbeutung reicht bis in die Zeit der Eroberung Mexicos zurück. Im Jahre 1522 soll ein Spanier unter vielen Gefahren aus dem Krater Schwefel geholt haben, welcher den Spaniern zur Bereitung des Pulvers dienen sollte. Es ist aber auch anzunehmen, dass der Abgesandte nicht den Schwefel der Tiefe brachte, sondern jenen, welcher sich an Felsenspalten und Klüften absetzt, so dass dieser erste Abstieg zweifelhaft erscheint. Der bisherige Besitzer des Popocatépetl, General Gaspar Sanchez Ochoa, erhielt vor längeren Jahren von der Regierung nicht bloss die Concession zur Schwefelausbeutung, sondern auch das Besitzrecht über den ganzen Berg. Durch den Verkauf des vorzüglichen Schwefels erwarb sich der General ein ganz ansehnliches Vermögen. Ochoa hatte mit bedeutenden Ingenieuren und Finanzleuten verschiedene Projecte zur Erschliessung der reichen Schwefelvorräthe entworfen; man hat sie jedoch wegen der grossen Schwierigkeiten aufgegeben.

Manchen Leser interessirt es vielleicht, Einiges über die entworfenen Pläne zu erfahren.

Abb. 163.



Der Popocatépetl und der Ixtaccihuatl von Puebla gesehen.

Das erste Project war eine Drahtseilbahn, die von der Spitze des Popocatépetl bis zu der 19 km entfernten Hazienda San Pedro führen und durch die Schwerkraft bewegt werden sollte. Infolge einer gefährlichen Schlucht, der Wälder, Lava- und Eismassen stellte sich der Plan als undurchführbar heraus.

Auch das zweite Project, die rapide Schnelligkeit der Drahtseilbahn, die jedem Besucher hätte Grauen und Entsetzen einflössen müssen, durch eine in der Mitte aufgestellte Locomotive von 20 PS zu reguliren, erwies sich als ebenso unmöglich.

Der dritte Gedanke war, eine Drahtseilbahn in Verbindung mit einem Tunnel zu construiren. Der Tunnel sollte seinen Anfangspunkt in der

grossen Ebene des Kraters haben und etwa 5—600 m unterhalb der Spitze ausmünden. Zum freien Wagenlauf hätte der Tunnel eine Höhe von 2 m und eine Breite von mindestens 1 1/2 m haben müssen. Dieses Project hatte zweifellos seine Vortheile. Die Gesammtkosten dieses letzten Planes hatte man auf 500000 Pesos berechnet.

Die Aufgabe des neuen Syndicats, das mit 10 Millionen Dollar Gold arbeiten soll, ist also, die erwähnten Schwierigkeiten durch Mittel und Wege zu beseitigen, um erstens die Schwefelvorräthe ausbeuten zu können und zweitens Touristen eine gefahrlose und leichte Berg- und Thalfahrt zu ermöglichen. Die Projecte der neuen Gesellschaft sind ziemlich umfangreich. Die Hauptpunkte derselben sind folgende: Es soll eine Bahn construirt werden, die von Mexico bis zum Krater des Vulcans führt. Ausserdem gedenken die Eigenthümer ein Observatorium, ein Sanatorium für Lungenkranke, ein comfortables grosses Hotel und einige andere Baulichkeiten zu errichten.

Wir kommen nun zu der wichtigsten Frage, zu derjenigen nach der Rentabilität des Unternehmens. Um sie zu beantworten, muss man die Menge des Schwefelverbrauchs der nächsten Interessenten und die Kosten, welche das Unternehmen verursachen wird, kennen. Der Gesammtverbrauch von reinem und sublimirtem Schwefel in Mexico und anderen Theilen der Republik beträgt mehr als 100000 Quintal (Centner) jährlich. Nach Berechnung würde der Preis für ein Quintal Schwefel 3 Pesos betragen; die Kosten für Gewinnung, Verpackung und Transport bis zur Hauptstadt Mexico belaufen sich auf 75 Centavos bis 1 Peso; der Reingewinn würde demnach à Quintal 2 Pesos oder jährlich 200000 Pesos sein. Zu diesem einheimischen Schwefelverbrauch kommt noch der sich zweifellos steigernde Export nach den Nordstaaten. Eine Tonne Schwefel würde sich von Mexico bis New York etwa auf 16 Pesos stellen. In den Staaten verkauft man aber die Tonne für 19—20 Dollar Gold, es würde somit jeder Kaufmann pro Tonne 20—26 mexicanische Pesos profitiren. Angesichts dieser Calculationen, die einigermaassen richtig sein dürften, kann man behaupten, dass nicht bloss die Besitzer ein profitables Geschäft machen werden, sondern dass auch der mexicanische und nordamerikanische Handel vorzüglich abschneiden werden.

Es ist schwer zu sagen, wieviel das ganze Popocatepetl-Project kosten wird. Eine grosse Anzahl von Berechnungen und Schätzungen ist bereits von mehr oder weniger competenten Personen gemacht worden, welche sämmtlich zu sehr verschiedenen Resultaten gelangt sind. Die allgemeinen Ansichten gehen jedoch dahin, dass 3—4 Millionen Pesos genügen werden. Immerhin aber liegen die Vortheile des Unternehmens ziemlich klar vor Augen, denn es erscheint zweifellos, dass die Besitzer ausser durch den Schwefelverkauf auch durch Schwefelsäure-Fabrikation, durch Touristenbeförderung, durch Wasserversorgung der Stadt Mexico und andere Nebeneinnahmen, wie sie mit derartigen Unternehmungen stets verbunden sind, ihre angelegten Capitalien nicht nur amortisiren werden, sondern auch vorzügliche Gewinnaussichten haben.

Hoffen wir, dass es dem speculativen, vor Nichts zurückschreckenden Unternehmungsgeist der amerikanischen Besitzer gelingen möge, durch Grossbetrieb die Reichthümer des alten Schneeriesen zum Nutzen der ganzen Welt so erfolgreich auszubeuten, wie es der General Ochoa bisher in kleinerem Maasse gethan hat.

Somit wird es dahin kommen, dass der weltberühmte, jetzt verkaufte Popocatépetl, vor dessen leisen Regungen die Welt erbebt, seinen inneren Leib zur Arbeitsstätte geschäftiger Menschen, seine Aussenseite zum Tummelplatz neugieriger Bergfexe hergeben muss!

Ein gewaltiger Riese, im Besitz ungeheuren Reichthums, wird so beraubt und bezwungen von einem Zwergengeschlecht! [9040]

Die biologische Blutuntersuchungsmethode.

Durch eine Anweisung des Justizministers ist eine Methode in die Praxis eingeführt worden, die auf rein wissenschaftlichem Gebiete schon seit einigen Jahren ein weites Arbeitsfeld erschlossen hat. Es handelt sich um den Nachweis von Menschenblut bei gerichtlichen Untersuchungen. Bisher war es selbst bei ganz frischen Blutspuren nur in den seltensten Fällen möglich, ganz im allgemeinen einen Anhalt zu gewinnen, von welcher Thierart das Blut stammte. Man musste sich auf die mikroskopische Betrachtung der rothen Blutkörperchen beschränken, die schon im eingetrockneten Blute nicht mehr einzeln zu unterscheiden sind und, sobald das Blut mit Wasser in Berührung gekommen ist, auf keinen Fall mehr ihre natürliche Form beibehalten können, weil sie durch das Wasser jenen eigenthümlichen Quellungsprocess erleiden, der zum Lackfarbenwerden des Blutes führt. Aber selbst an ganz frischem, flüssigem Blut ist es allein durch die mikroskopische Betrachtung der Blutkörperchen nicht möglich, mit Bestimmtheit die Herkunft des Blutes anzugeben, mit der Ausnahme, wenn es sich um Blut von Vögeln, Amphibien oder Fischen handelt. Die Blutkörperchen dieser Thiere besitzen nämlich im Gegensatz zu denen sämmtlicher Säugethiere und des Menschen einen Kern. Die Blutkörperchen der einzelnen Säugethiere von einander zu unter-

scheiden, ist nur mit Hilfe der Messung ihres Durchmessers möglich, da ihre Grösse bei jeder Thierart einigermaassen constant ist. Aber wenn man z. B. hört, dass die Blutkörperchen des Menschen- und des Schweineblutes genau gleich gross sind, wird man den geringen Werth dieser Methode gerade für gerichtliche Zwecke erkennen.

Die neue Methode beruht auf einem ganz anderen Princip. Im Jahre 1898 entdeckten nämlich Tschistovitsch und Bordet, dass, wenn man einem Kaninchen die Blutflüssigkeit irgend eines anderen Thieres wiederholt unter die Haut spritzt, dann nach einiger Zeit das Blutserum des Kaninchens die Fähigkeit gewinnt, wenn es mit dem zur Injection verwandten Blut im Reagenzglase zusammengemischt wird, einen Niederschlag zu erzeugen. Weiterhin wurde festgestellt, dass die Reaction specifisch ist auf diejenige Blutart, die zur Injection des Versuchsthieres benutzt worden ist. Um beispielsweise in einem bestimmten Falle zu prüfen, ob eine Blutspur von Menschen- oder Thierblut herrührt, hätte man in folgender Weise zu verfahren. Man injicirt einem Kaninchen in Abständen von mehreren Tagen menschliches Blutserum und entblutet das Thier wiederum nach einigen Tagen. Das aus diesem Blut abgesetzte klare Serum hat nunmehr die Eigenschaft, allein mit menschlichem Blut einen Niederschlag zu geben, während alle anderen Blutarten in ihm keine Veränderungen hervorrufen. Um diesen Versuch anzustellen, hat man also nur nöthig, die zu prüfende, wenn auch noch so geringe Blutspur im Wasser zu lösen und mit dem in der eben beschriebenen Weise hergestellten Kaninchenserum zu vermischen. Den Stoff im Kaninchenserum, dem man diese Reactionsfähigkeit zuschreiben muss, bezeichnet man als Präcipitin.

Der Gedanke, diese Präcipitinreaction für forensische Zwecke nutzbar zu machen, ist schon sehr bald nach ihrer Entdeckung ausgesprochen worden. Zunächst stellten sich der praktischen Anwendung einige Schwierigkeiten entgegen, dadurch, dass die Reaction für Menschenblut doch nicht in so strenger Weise empfindlich ist, als man zunächst angenommen hatte. Es zeigte sich nämlich, dass das auf Menschenblut wirksame Präcipitin eine wenn auch geringere Reaction mit Affenblut giebt (was wiederum als ein schöner Beweis für die enge Verwandtschaft des Menschen mit dem Affen angesehen werden muss), und in derselben Weise gab z. B. ein gegen Rinderblut wirksames Serum eine wenn auch geringere Reaction mit Ziegenblut u. s. w. Im Laufe der letzten Jahre hat man nun gelernt, die durch diese Erscheinung immerhin möglich gewesene Fehlerquelle mit Sicherheit auszuschalten, so dass die Reaction heute als völlig einwandsfrei bezeichnet werden kann. Ms. [9005]

RUNDSCHAU.

Wenn ich für meine heutige Rundschau ein Thema aufgreife, welches erst vor kurzem von anderer Seite hier besprochen worden ist, so muss ich die Verantwortung dafür der Zeitströmung aufbürden, deren Einfluss Niemand sich zu entziehen vermag. Es unterliegt keinem Zweifel: wir leben heute im Zeichen der Radioactivität; von dieser soll daher im Nachfolgenden die Rede sein. Es wäre seltsam, wenn eine derartige neue Errungenschaft der Naturforschung nicht Stoff genug für zwei oder sogar für mehrere Plaudereien liefern könnte.

Was Radioactivität ist und wie sie entdeckt und erforscht wurde, das hat schon seit Jahren der *Prometheus* und in neuerer Zeit auch die gesammte übrige Presse so ausführlich dargelegt, dass man es wohl als bekannt voraussetzen darf. Es gehört heute zur allgemeinen Bildung, die charakteristischen Merkmale dieser Entdeckung zu kennen, welche ihren Urhebern, und darunter sogar einer Dame, einen der letzten Nobel-Preise eingetragen hat. Ob der verstorbene Nobel, der ja in manchen Stücken ein Original war, bei der Stiftung seiner Preise daran gedacht hat, dass es kein Mittel giebt, welches so geeignet ist, wissenschaftliche Errungenschaften populär zu machen, wie das Gold? Seit fünf Jahren werden die radioactiven Substanzen und ihre wunderbaren, anerkannten Naturgesetzen Hohn sprechenden Eigenschaften studirt; die Wissenschaft hat natürlich von diesen Studien mit dem grössten Interesse Kenntniss genommen und ist ihrer Entwickelung mit Spannung gefolgt. Wer sonst aber hat sich um sie gekümmert? Nachdem aber nun die mühevollen Forschungen durch den gewichtigen Nobel-Preis belohnt sind, ist allüberall das Interesse für die Radioactivität erwacht. Wir sind allmählich unseren Vettern jenseits des Oceans ausserordentlich ähnlich geworden, welche der Thatsache, dass irgend Etwas sie lebhaft interessirt, keinen kräftigeren Ausdruck zu geben wissen, als indem sie sagen: „*There is money in it!*“

Das Radium und seine Verwandten haben, ganz abgesehen von dem Nobel-Preis, der ihren Entdeckern in den Schooss gefallen ist, überraschend schnell eine finanzielle Bedeutung erlangt. Sicherlich sind bis jetzt nur wenige Gramm dieser merkwürdigen Stoffe isolirt worden, aber schon bilden sie einen Handelsartikel, der sogar in den Zeitungen annoncirt wird. Die Thatsache, dass eine Substanz mit einem nie versiegenden Vorrath an Kraft ausgerüstet ist, macht sie selbst in den kleinsten Mengen interessant und wichtig genug, um den Wunsch nach ihrem Besitz wachzurufen. Menschen, die sich sonst nie um Chemie und Physik gekümmert haben, sinnen heute über allerlei Combinationen nach, in welchen das Radium als eine vorläufig noch sparsam, aber continuirlich fliessende Quelle von Energie nutzbar gemacht werden kann. In dem Maasse, in welchem die zur Verfügung stehenden Mengen von radioactiven Substanzen reichlicher werden, wird sich die Kühnheit dieser Projecte steigern. Ein Amerikaner hat bereits eine Rechnung darüber angestellt, wie bequem und billig es wäre, Radium zur Beheizung von Wohnräumen zu verwenden. Er hat festgestellt, dass ein in einem Zimmer aufgestelltes Gefäss mit einem Kilo Radiumchlorid ohne alle Wartung und Pflege jahraus, jahrein ebensoviel Wärme liefern würde, wie ein Ofen, welcher in 24 Stunden 10 Kilo Steinkohle verbrennt. Er hat vergessen, hinzuzufügen, dass dieser Ofen den Bewohnern des Zimmers ausser der genannten sanften Wärme-

entwickelung ganz umsonst auch noch Licht und die allerschönsten Brandblasen liefern würde.

Eigentlich haben wir allen Grund, uns zu freuen, dass die radioactiven Substanzen so rar und so schwer zugänglich sind. Man stelle sich einmal vor, welcher Unfug angerichtet werden könnte, wenn sie in grossen Mengen und für Jedermann erhältlich wären! Das ist freilich ein Gedanke, der häufig genug bei der ersten Erscheinung überraschender Erfindungen und Entdeckungen ausgesprochen worden ist, während die Folgezeit noch stets die gehegten Befürchtungen als übertrieben erkennen liess. Die nähere Bekanntschaft mit neuen Errungenschaften vermittelt stets auch die Kenntniss der Mittel, durch welche wir uns vor den ihnen anhaftenden Gefahren zu schützen vermögen. Von dieser Regel werden sicher auch das Radium und seine Collegen keine Ausnahme machen.

Zweckmässiger, als mit Besorgniss in die Zukunft zu sehen, ist es, wenn wir uns Rechenschaft davon geben, dass wir eigentlich schon stets in gewissem Grade unter dem Einfluss der Radioactivität gestanden haben, freilich ohne es zu wissen.

Für die Erwägung der praktischen Wirkungen radioactiver Emanationen ist der Gesichtspunkt, welcher das Radium für die reine Wissenschaft so hochinteressant macht, das Räthsel der Herkunft der von diesem Element so freigebig ausgestreuten Energie, ziemlich gleichgültig. In ihren Wirkungen sind Radium- und Röntgenstrahlen so ziemlich gleich, wie sie auch ihrer Natur nach annähernd dasselbe sind, nämlich Materie, welche mit ungeheurer Schnelligkeit in den Raum hinausgeschleudert wird und daher trotz ihrer geringen Masse überall da, wo sie aufprallt, durch die ihr innewohnende lebendige Kraft gewaltige Wirkungen hervorbringt. Ob diese Kraft nun den fliegenden Elektronen in einer für uns verständlichen Weise durch zugeführte elektrische Energie einverleibt wird oder ob sie aus uns räthselhaften Quellen stammt, das ist für die von den aufprallenden Elektronen hervorgebrachten Wirkungen völlig gleichgültig.

Bis vor kurzem hat man solche bewegte Elektronen nur da gesucht, wo man sie zuerst entdeckt hatte — in der Umgegend activirter Crookesscher und Röntgenscher Röhren und, seit wir die radioactiven Elemente kennen gelernt haben, in der unmittelbaren Nachbarschaft dieser letzteren. Aber wir dürfen nicht vergessen, dass die Studien Becquerels und der Curies von einer Epoche eingeleitet worden sind, in welcher zahlreiche Experimentatoren an den verschiedensten Stellen unsichtbare, aber wirksame Strahlen entdeckt haben wollten. Nur beispielsweise sei an das „schwarze Licht" Lebons erinnert. Durch die experimentell genau durchgeführten Studien Becquerels und seiner Bundesgenossen ist das allgemeine Interesse von diesen ersten sporadischen Beobachtungen solcher Strahlungen ab- und auf die Erscheinungen am Radium und seinen Verwandten hingelenkt worden. Aber so ganz grundlos scheinen diese älteren Mittheilungen doch nicht gewesen zu sein, und es ist sicher, dass früher oder später die Wissenschaft sich ihnen wieder zuwenden wird.

Die wichtigste Eigenschaft aller hier in Betracht kommenden Strahlungen, diejenige, auf welche so ziemlich alle ihre Wirkungen zurückgeführt werden können, ist ihre Fähigkeit, die Substanzen, auf welche sie auftreffen, zu ionisiren. Für den Laien kommt dieses Vermögen am auffälligsten in der Wirkung zur Erscheinung, welche solche Strahlen auf die photographische Platte ausüben. Er vergisst, dass der gewaltige Ausdruck dieser Wirkung erst durch die nachfolgende Entwickelung der Platte zu Stande kommt. Für den Naturforscher tritt die Kraft der Strahlung weit deutlicher in der Ionisirung der Luft und in der dadurch bewirkten plötzlichen Veränderung ihrer elektrischen Leitfähigkeit zu Tage. Nichts kann eindringlicher sein, als das plötzliche Zusammenklappen der Goldplättchen eines von solchen Strahlen getroffenen geladenen Elektroskops oder die Art und Weise, wie eine durch allmähliche Entfernung der Elektroden von einander lahmgelegte Funkenstrecke plötzlich wieder zu spielen beginnt, wenn wir ihr ein Radiumpräparat oder ein in Thätigkeit befindliches Röntgenrohr nähern.

Aber diese selbe Wirkung der Ionisirung der Luft übt auch schon eine brennende Gasflamme aus. Was liegt näher, als die Annahme gleicher Ursachen für eine Erscheinung in allen Fällen, wo wir sie beobachten? Weshalb soll nicht auch die Gasflamme von abgeschleuderten Elektronen umspielt sein? Ist die Elektricität die einzige Form der Energie, der es vergönnt sein soll, Theilchen der Materie, an welcher sie sich bethätigt, abzureissen und in den Raum hinauszuschleudern? Weshalb sollte die Wärme dazu nicht im Stande sein? Vermag sie doch, wie die Elektricität, sich in Licht zu verwandeln, d. h. dem Aether, an dem sie sich bethätigt, eine Bewegungsschnelligkeit von 300 000 km pro Secunde zu ertheilen! Weshalb nicht auch der Materie, wenn dieselbe bis zur Kleinheit der Elektronen „immaterialisirt" ist?

Wenn aber diese Schlussfolgerung richtig ist — und ich wüsste nicht, weshalb sie es nicht sein sollte —, dann ist das Lebonsche „schwarze Licht", von welchem jede Flamme umgeben sein soll, nicht nur nichts Wunderbares mehr, sondern eigentlich eine logische Nothwendigkeit. Sein Vorhandensein ist durch das oft genug beobachtete Ionisirungsvermögen der Flammen bereits bewiesen; die Bestätigung der photographischen Beweisführung für seine Existenz ist dann nur noch eine Frage einer genügend feinen Anordnung der anzustellenden Experimente.

Die Sonne kann in ihrer Gesammtheit wohl kaum als eine Flamme definirt werden, dagegen sind die aus ihr fortwährend hervorbrechenden Protuberanzen und Sonnenflecke mit Sicherheit als ungeheure Flammen von brennendem Wasserstoff erkannt. Es wäre sonderbar, wenn solche Flammen keine Elektronen abschleudern würden, wenn bei uns ein gewöhnliches Gasflämmchen dies thut. In der That ist der Nachweis, dass von der Sonne eine den Röntgenstrahlen durchaus ähnliche Emanation ausgeht und bis zu uns gelangt, längst erbracht, so dass es genügt, hier bloss daran zu erinnern. Der norwegische Physiker Birkeland, welcher das Räthsel des Nordlichtes gelöst hat, betrachtet dasselbe als eine derartige Strahlung, welche unter dem Einfluss der magnetischen Pole der Erde eine Ablenkung erfährt und sichtbar gemacht wird. Aehnliche Verhältnisse walten ob bei dem dem Nordlicht so nahe verwandten Zodiakallicht.

Wenn Weltkörper wie die Sonne Elektronenstrahlungen in den Raum hinaussenden können, dann ist kein Grund vorhanden, weshalb andere Weltkörper dazu nicht im Stande sein sollten. Denn principielle Unterschiede sind im Bau der Weltkörper nicht vorhanden. Mit Recht kann man sich daher die Frage vorlegen, ob nicht auch unsere Erde radioactiv ist. Auch auf diese Frage ist die Antwort bereits gegeben, und zwar im bejahenden Sinne. Durch Untersuchungen, welche die bekannten Physiker Elster und Geitel in Wolfenbüttel angestellt haben, ist der Beweis erbracht, dass die in der porösen Erdoberfläche eingeschlossene Luft fast überall, wenn auch an verschiedenen Orten in verschiedenem Grade, ionisirt ist. Diese Ionisirung kann kaum auf andere Weise zu Stande

kommen, als durch radioactive Emanationen, welche von der Erde ausgehen. Die genannten Forscher konnten feststellen, dass die fast überall auf der Erde vorkommenden Thone nicht selten radioactive Eigenschaften besitzen. Da sie zumeist Verwitterungsproducte der Granite sind, in welchen die mit der Eigenschaft der Radioactivität begabten Mineralien (Monazite, Orthite, Thorite u. v. a.) als höchst geringfügige, aber constante Einschlüsse vorkommen, so hat schliesslich das Auftreten unmessbar kleiner Mengen der radioactiven Elemente in den Thonen nicht viel Auffallendes, und man braucht nicht einmal das Phänomen der radioactiven Induction herbeizuziehen, wenn man die beobachtete Radioactivität des Erdbodens begreifen will.

Eine Thatsache, die noch verdient hier angeführt zu werden, ist die, dass über gewissen Theilen des norwegischen Gebirges die Luft constant in ganz aussergewöhnlichem Maasse ionisirt ist. Sollte dies vielleicht damit zusammenhängen, dass gerade Norwegen sich als reichhaltigster Fundort für jene Mineralien erwiesen hat, in welchen die Metalle mit den schweren Atomgewichten, Thor, Uran und ihre Begleiter, vorkommen?

Die Entdeckung des Radiums und die nähere Erforschung seiner Eigenschaften erscheint in mehr als einer Hinsicht als ein verbindendes Glied zwischen älteren und bisher unvermittelt dastehenden Beobachtungen. Wenn ich im Vorstehenden versucht habe, einige derselben an einander zu reihen und zu einem zusammenhängenden Ganzen zu vereinigen, so habe ich mich vorsichtigerweise an die nächstliegenden und aufdringlichsten gehalten. Die Versuchung lag nahe, einen Schritt weiter zu gehen und Dinge heranzuziehen, durch deren Discussion ich mir von Leuten, die einen engen Horizont lieben, wieder einmal den Vorwurf zugezogen hätte, dass ich dem Aberglauben das Wort rede.

Selbst wenn man das Gebiet dessen, was bisher für übernatürlich und daher für unmöglich galt, vermeidet, wird man bei Betrachtung der Radioactivität und ihrer Wirkung fortwährend in Versuchung geführt, allen Denen, die bisher so stolz auf den in sich abgeschlossenen Bau unserer exacten Wissenschaften pochten, das oft citirte Wort des Hamlet zuzurufen: „Es giebt mehr Ding' im Himmel und auf Erden, als Eure Schulweisheit sich träumen lässt, Horatio!“ Otto N. Witt. [9037]

* * *

Eine Frucht mit Schwimmvorrichtung. Unter den Pflanzen, deren Samen durch Meeresströmungen an den Küsten des Malayischen Archipels verbreitet werden, führte bereits Schimper auch *Thuarea sarmentosa*, ein kriechendes Meerstrandsgras, an. Eine genaue Untersuchung dieser Samen veröffentlicht jetzt Dr. Margareta Nieuwenhuis-Uexküll in den Annalen des Botanischen Gartens zu Buitenzorg. Nach ihren Angaben bestehen die sogenannten Früchtchen des fraglichen Grases eigentlich aus Frucht plus Spindel. Die Spindel einer blühenden Aehre von *Thuarea sarmentosa* ist in ihrem mittleren Theile blattartig verbreitert; an ihr befinden sich im ganzen fünf Aehrchen, die aber fast ausschliesslich aus männlichen Blüthen bestehen. Nur in dem untersten Aehrchen, das etwa in der Mitte der Spindel angeheftet ist, steht eine einzige Zwitterblüthe. Sobald diese letztere nun befruchtet ist, fallen alle übrigen Blüthen ab, und nunmehr beginnt die Spindel über dem sich entwickelnden Samen sich zusammenzukrümmen so, dass ihre obere Hälfte sich genau gegen die untere legt. So kommt es, dass die Frucht von den beiden sich fest an einander pressenden Spindelhälften in ähnlicher Weise eingeschlossen wird, wie der Kern einer Walnuss zwischen den beiden Schalenhälften. Die in der geschilderten Weise zu Stande kommende Umhüllung der *Thuarea*-Samen bildet schliesslich eine wasserdichte Luftkammer, die die Schwimmfähigkeit der Früchte ausserordentlich erhöht. Versuche in dieser Beziehung ergaben, dass Früchtchen, die 81 Tage lang im Laboratorium in einem kleinen mit Seewasser gefüllten Becken geschwommen hatten, nach Ablauf dieser Zeit trotz häufigem Umrühren des Wassers noch vollständig intact waren. Sicherlich also sind sie für den Transport durch Meeresströmungen in hohem Maasse geeignet, wodurch es sich erklärt, dass *Thuarea sarmentosa* sich von Ceylon über den Malayischen Archipel bis nach Neucaledonien verbreitet. Dr. W. Sch. [8995]

* * *

Radiumstrahlen zur Prüfung der Echtheit von Diamanten. Die Eigenschaft der Becquerelstrahlen, gewisse Körper, z. B. Zinkblende, zum Phosphoresciren zu bringen, ist bekannt. Auch die Strahlen des von Markwald entdeckten Radio-Wismuths (Polonium?) besitzen diese Wirkung. Markwald gab die Veranlassung, diese Eigenschaft in gewissermaassen praktischer Richtung zu verwerthen, indem er zeigte, dass die echten Diamanten ebenfalls zu den Körpern gehören, die in auffallender Weise durch die Strahlen des Radio-Wismuths zur Phosphorescenz gebracht werden. Diese Erscheinung bietet mithin ein bequemes Mittel zur Unterscheidung der echten Diamanten von Imitationen aus Glas, Bergkrystall u. s. w. und auch von anderen Edelsteinen, wie Smaragd, Rubin, Saphir, von denen gefärbte Diamanten oft nur schwer unterschieden werden können. Jene phosphoresciren nämlich nicht unter der Einwirkung des Radio-Wismuths. Rosenheim hat dann noch nachgewiesen, dass Diamanten der verschiedensten Herkunft bei dieser Prüfung ihre Echtheit bezeugen. Nur die Carbonados, die sogenannten schwarzen Diamanten, zeigen keine Phosphorescenzerscheinung. So bieten uns die unsichtbaren Strahlen, wie schon öfter, ein neues Mittel dar, um Unsichtbares sichtbar zu machen. E. E. R. [9035]

* * *

Das Tauchen und Schlafen der Wale. Walfischfängern und Naturforschern ist der Glaube gemeinsam, dass die Wale, wenn sie tauchen, zu enormen Tiefen hinabschiessen. Dr. W. Kükenthal, einer der namhaftesten Walforscher unserer Zeit, hat z. B. die Tiefe, in welche die grösseren Glieder dieser Gruppe hinabtauchen, auf etwa 1000 Yards geschätzt, obwohl die Grundlagen für solche Annahme sehr unsicher sind. In dem Bericht über die wissenschaftlichen Ergebnisse der Belgischen Südpolexpedition von 1897/99 discutirt Dr. Racovitza jenen Glauben und stellt Kükenthals Ansicht die eigene Schätzung gegenüber, dass jene Tiefe statt 1000 wohl nur 100 Yards betragen dürfte. Die meisten Arten von Walen würden auch diese Tiefe kaum erreichen, und man darf zunächst fragen, was sie in so grossen Tiefen zu suchen hätten. Alle Wale tauchen zum Zwecke der Futtergewinnung, und in der tiefen Dunkelheit, in die sie bei fast 3000 Fuss gelangen, würden die meisten von ihnen kein für sie geeignetes Futter mehr finden. Diejenigen Arten, welche von kleineren Thieren leben, könnten vielleicht dort noch Nahrung antreffen, aber solche, die von Fischen und Kopffüsslern leben, würden dort ihre Rechnung nicht mehr finden, selbst wenn man die leuchten-

den Fische und Cephalopoden in Anschlag bringen wollte, die aber erst in noch grösseren Tiefen häufiger werden.

Aber gegen die Aufsuchung solcher Tiefen spricht auch der dort herrschende grosse Druck. Es ist bekannt, dass schon ein Druck, der über drei Atmosphären hinausgeht, dem menschlichen Leben gefährlich wird, und wenn wir auch annehmen wollten, dass Walfische, die doch zu den heissblütigsten Thieren gehören, noch einen dreimal grösseren Druck, also von neun Atmosphären, zu ertragen vermöchten, so tritt ein solcher doch bereits bei ungefähr 90 Yards Tiefe ein, und es ist sehr fraglich, ob sie den zehnfachen Druck (90 Atmosphären) bei der Tiefe von annähernd 1000 Yards ertragen würden! Und ebenso muss bezweifelt werden, ob ein Walkörper, der doch nur um ein geringes specifisch schwerer ist als Seewasser bei gewöhnlichem Druck, eine solche Muskelkraft ausüben kann, um seinen Körper in 1000 Yards Tiefe zu schleudern!

Auch die verbreitete Annahme, dass die Wale nicht schlafen, bedarf der Erwägung. Als Beweis für ihr stetes Wachen hat man angeführt, dass die Wale manchmal Seeschiffen tagelang folgen, was sie doch nicht könnten, wenn sie inzwischen schlafen müssten. Auch ist darauf hingewiesen worden, dass man nur selten Wale an der Oberfläche bewegungslos treiben sieht. Andererseits ist aber auch mit Recht darauf aufmerksam gemacht worden, dass Thiere mit so hoch entwickelter Gehirnthätigkeit doch schwerlich des Schlafes ganz entbehren könnten, zumal man doch weiss, dass selbst die Fische schlafen. Es giebt also hier noch mancherlei Dunkelheiten in der Lebensweise dieser grossen Seesäugethiere. E. Kr. [8966]

* * *

Ueber die Natur des Glockenthierchen-Stieles. Jedem, der einmal süsses Wasser mikroskopisch studirt hat, ist das Glockenthierchen *(Vorticella)* bekannt. Dieses coloniebildende Infusorium ist vor allem deshalb eine der unterhaltendsten Formen, weil die Einzelindividuen auf je einem Stiele befestigt sind, durch dessen Ausstreckung und Contraction das Geschöpfchen vorgeschoben und zurückgeschnellt werden kann. Dieser Stiel ist seiner ganzen Länge nach von einem stark lichtbrechenden Faden durchzogen, den man als Muskelfaser zu bezeichnen pflegt. Man nimmt nun gewöhnlich an, dass es eine Contraction jener Faser wäre, die das Zurückschnellen der Vorticellen verursache. Nach dieser Auffassung wäre die Faser etwa als ein ausserhalb des Protoplasmas liegender Muskel aufzufassen, wofür nirgends sonst ein Analogon zu finden wäre. Zu einer wesentlich anderen Deutung kommt nun, wie wir der *Zeitschrift für Naturwissenschaften* entnehmen, Brandes. In der Ruhe sitzt das Glockenthierchen der Unterlage direct auf, wobei der Stiel wie ein Schiffstau in dichter Spirale zusammengelegt ist. Wie diese Spirale durch eine Contraction zusammenkommen soll, ist schon gar nicht zu verstehen. Eine Ausstreckung des Stieles geschieht des weiteren immer erst, wenn das Thier seinen Wimperkranz entfaltet hat; alsdann wird durch die Thätigkeit der Wimpern die Vorticelle allmählich immer mehr von der Unterlage fortgeführt, bis der Stiel schliesslich völlig ausgestreckt ist. Man gewinnt dabei den Eindruck, als wäre das Ausstrecken des Stieles mit einer Anstrengung verknüpft. Wenn nun das Infusor seinen Wimperkranz wieder einzieht, so schnellt unmittelbar darauf der Körper wieder auf die Unterlage zurück, wobei der Stiel sich genau so zur Spirale ringelt, wie zuvor. Am besten erklärt sich dieser Vorgang demgemäss, wenn man den Stiel als eine elastische Faser betrachtet, die, etwa wie ein Gummiband, ausgedehnt wird durch die lebendige Kraft der Wimpern und nach dem Aufhören der treibenden Energie sofort in die ursprüngliche Lage zurückschnellt.

Dr. W. Sch. [9015]

BÜCHERSCHAU.

O. Sverdrup. *Neues Land.* Vier Jahre in arktischen Gebieten. Mit 225 Abbildungen, darunter 69 Separat-Bilder, und 9 Karten. Zwei Bände. gr. 8°. (XII, 576 u. X, 542 S.) Leipzig, F. A. Brockhaus. Preis 18 M., geb. 20 M.

Bekanntlich unternahm Capitän Sverdrup, der Führer des Schiffes *Fram*, welches Nansen für seine Expedition hatte bauen lassen, sehr bald nach Beendigung dieser letzteren im Auftrage einiger reichen norwegischen Kaufleute und unter erneuter Benutzung der *Fram* eine neue Polarexpedition, welche im ganzen vier Jahre, nämlich von 1898 bis 1902, dauerte. Diese Expedition nahm den üblichen Weg an der Küste von Grönland hinauf und durchforschte die westlich von Grönland zwischen dem 75. und dem 80. Grade gelegenen Inselgruppen, welche bis dahin noch von Niemand betreten worden waren. Die Küstenlinien dieser Länder wurden festgelegt und mit Hilfe von Schlittenexpeditionen wurde auch ihr Inneres einigermaassen durchforscht. Die neu entdeckten Gebiete erhielten die Namen „König Oskar-Land“, „Axel Heiberg-Land“ u. s. w.

Das hier angezeigte Werk ist der Schilderung dieser verdienstvollen Expedition gewidmet. Wie immer bei der Beschreibung von Nordpolexpeditionen, nehmen die persönlichen Erlebnisse der Theilnehmer, ihre Belustigungen während der langen Winternächte, ihre gelegentlichen Jagdabenteuer mit Walrossen, Eisbären, Polarochsen und Wölfen den breitesten Raum des Textes ein. Für uns, die wir mitten im Menschengewühl unsere Tage verbringen und uns oft nach Stille und Ruhe sehnen, hat die Schilderung eines solchen Einsiedlerlebens in arktischen Regionen einen gewissen Reiz, wenngleich gesagt werden muss, dass die Litteratur der letzten Jahre an Polarreiseberichten so reich gewesen ist, dass uns neue Werke dieser Art nur wenig Neues mehr mittheilen können. Wer aber, wie es zweifellos bei sehr vielen Leuten der Fall ist, für Nordpolfahrten ein besonderes Interesse besitzt, wird auch diesen anmuthig und liebenswürdig geschriebenen Bericht mit Interesse studiren, zumal da er, wie die früheren Werke des gleichen Verlages, mit vielen schönen, nach photographischen Aufnahmen der Expedition gefertigten Illustrationen ausgestattet ist. Man kann sogar sagen, dass die Expedition des Capitäns Sverdrup für die Beschaffung des nöthigen Illustrationsmaterials in geschickterer Weise Sorge getragen hat, als manche frühere.

Im zweiten Bande des Werkes sind als Anhang auch die kurzen Berichte der wissenschaftlichen Begleiter der Expedition abgedruckt.

Das angezeigte Werk ist ganz besonders auch für die reifere Jugend geeignet und bietet in dieser Hinsicht eine willkommene Abwechselung von den einst fast ausschliesslich als Jugendlectüre geltenden Indianergeschichten, vor denen es zweifellos den grossen Vorzug voraus hat, ein wahrheitsgetreuer Bericht über ein ernsthaftes und in seinen Resultaten immerhin beachtenswerthes Unternehmen zu sein.

Witt. [9055]